

Beschreibung

5

Erstellung von Testmustern zur Nachkontrolle

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anordnung zum Prüfen von mit einem vorgegebenen
10 Muster versehenen Substraten, insbesondere Leiterplatten mit einem Lotpastenauftrag.

Die Herstellung komplexer Schaltungen auf Leiterplatten mit ihren stetig zunehmenden Dichten von elektronischen
15 Schaltungen führt zu immer feineren Strukturen, wie Anschlussflächen und Leiterbahnen, und verlangt nach genauen und effektiven Prüfverfahren.

Eine geeignete Technik zur Erzielung hoher Bauteildichten mit niedrigen Zusammenbaukosten ist die Oberflächenmontage
20 SMT (Surface Mount Technology), bei der die Bauelemente direkt auf der Oberfläche der Leiterplatte aufgebracht und verlötet werden, wobei hier die Dichte der Anschlüsse der oberflächenmontierten Bauelemente SMD (Surface Mounted
25 Device) höher als die bei herkömmlichen Bauteilen ist.

Zur Montage der SMDs wird gewöhnlich Lotpaste mittels einem Plotter (US 4,572,103) oder einem Schablonendruck auf die Leiterplatte aufgebracht. Danach werden die
30 Bauelemente mit ihren Anschlüssen auf die aufgeführte Lotpaste gesetzt und durch einen Reflowofen gefahren. Im Reflowofen wird die Lotpaste aufgeschmolzen, wobei sie sich mit den Bauelementen verbindet. Nach dem Erkalten sind die Bauelemente fest mit der Leiterplatte verbunden.

35

Beim Schablonendruck werden in der Regel Metallschablonen verwendet, die mit Öffnungen an den Stellen versehen sind,

an denen nach dem Druck Lotpaste auf der Leiterplatte sein soll. Die Öffnungen können mittels unterschiedlicher Verfahren, wie zum Beispiel Freilätzen der Öffnungen in der Metallschablone, Schneiden der Öffnungen mittels Laser, 5 galvanisches Erstellen der Maske oder Belichten von lichtempfindlichen Schichten auf einem Sieb und Auswaschen der nicht ausgehärteten Stellen, erzeugt werden.

Bei allen Verfahren sollte das Layout der Leiterplatte 10 exakt mit den Öffnungen der Schablone übereinstimmen. Da eine sichere Lötung von Bauteilen auf der Leiterplatte nur dort gewährleistet ist, wo ausreichend Lotpaste vorhanden ist, wird in der Regel unmittelbar nach dem Auftrag die aufgebrachte Lotpaste auf Anwesenheit, Versatz und 15 Brückenbildung untersucht. Gewöhnlich wird in der Schablonendruckmaschine das Layout der Leiterplatte mittels einer CCD-Kamera erkannt und nach der Schablone ausgerichtet. Hierbei ist die Software und das Kamerasystem meist so ausgelegt, dass mit der gleichen 20 Kamera auch eine sogenannte Nachdruckkontrolle durchgeführt werden kann.

Damit bei der Nachdruckkontrolle die Bildverarbeitung in der Lage ist, gute und schlechte Drucke zu erkennen, muss 25 jedoch dem Rechner zuerst das zu prüfende Muster, d.h. das Soll-Muster, bekannt gemacht werden. Hierzu ist es möglich die zu prüfenden Strukturen einzulernen, indem eine oder mehrere bedruckte und/oder unbedruckte Leiterplatten optisch erfasst werden. Die DE 197 28 144 A1 offenbart ein 30 Verfahren, bei dem nicht die Leiterplatte sondern die Druckschablone der Leiterplatte zum Einlernen des Soll-Musters optisch erfasst wird. Diese Prüfverfahren sind jedoch zeit- und kostenintensiv.

35 Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren und eine Anordnung zum Prüfen von mit einem vorgegebenen Muster versehenen Substraten anzugeben, mit

denen eine schnelle und dennoch genaue Prüfung möglich ist.

Diese Aufgabe wird gemäss den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Somit wird das auf dem Substrat mittels eines Bedruckungs- oder Strukturierungsverfahrens aufgebrachte Ist-Muster optisch erfasst, das optisch erfasste Ist-Muster mit einem Soll-Muster verglichen und abhängig von dem Vergleich und unter Berücksichtigung zulässiger Toleranzen entschieden, welchen weiteren Prozess das betrachtete mit dem Ist-Muster versehene Substrat zuzuführen ist, wobei die optische Erfassung des Ist-Musters in Form von Digitaldaten unter Bildung eines Ist-Datensatzes erfolgt, aus Steuerdaten zum Auftragen des Musters auf den Substraten ein Soll-Datensatz formatiert und eine Datenverarbeitung dahingehend durchgeführt wird, dass der Soll-Datensatz und der Ist-Datensatz unter Berücksichtigung zulässiger Toleranzen datenweise miteinander verglichen werden. Ein Einlernprozess entfällt somit. Dies erhöht die Genauigkeit der Prüfung, da die Erstellung des Soll-Musters nicht, wie bei einer Erstellung mittels Einlernens, von Faktoren, wie unterschiedliche Umgebungsbeleuchtung und/oder Veränderungen der Oberflächen, Verunreinigungen sowie Einstellungsfehler des Bedieners, negativ beeinflusst werden kann. Das Soll-Muster kann in kurzer Zeit für die gesamte Leiterplatte erstellt werden, wobei der Bediener lediglich die zur Prüfung relevanten Gebiete auf der Leiterplatte festlegt.

30

Das Verfahren ist besonders vorteilhaft, wenn das Auftragen des Musters auf den Substraten mittels einer entsprechend ausgebildeten Schablone verwendenden Verfahrens erfolgt, da hier der Soll-Datensatz in sehr einfacher Weise aus den bereits zur Fertigung der Schablone verwendeten Steuerdaten formatiert werden kann.

35

Ferner ist es durch entsprechende Ausbildung der Datenverarbeitung möglich, lediglich bestimmte ausgewählte Abschnitte des Soll-Musters einer Prüfung zu unterziehen und/oder verschiedenen Abschnitten des Soll-Musters unterschiedliche Unter-Toleranz-Datensätzen zuzuordnen. Hierdurch kann der zur Prüfung notwendige Datensatzumfang reduziert und die Prüfung beschleunigt werden.

Eine Editierung der jeweiligen Datensätze hinsichtlich der zu vergleichenden Abschnitte und/oder der zugehörigen Toleranzen mittels entsprechender Ausbildung der Datenverarbeitung ist möglich. Ferner ist eine Archivierung und ist ein schneller Zugriff auf die benötigten Datensätze möglich.

15

Die optische Erfassung des Ist-Musters kann mittels einer digitalen Matrixkamera, z.B. einer CCD-Kamera, pixelweise erfolgen, wobei für eine hohe Genauigkeit vorteilhaft eine ein Pixel breite Linear-Kamera, deren Länge einer linearen Abmessung des zu prüfenden Bereichs des Ist-Musters auf dem Substrat entspricht, eingesetzt wird. Zur Bildung eines zweidimensionalen Bildes wird hierbei eine Relativbewegung zwischen der Digitalkamera und dem das Ist-Muster tragenden Substrat mit einer Schrittweite von einem Pixel senkrecht zu der einen linearen Abmessung ausgeführt. Während die Matrixkamera in zwei Dimensionen teilweise zu bewegen ist, ist die Linear-Kamera nur in einer Dimension taktweise zu bewegen, wodurch Fehler, die bei der mechanischen Bewegung zwangsläufig auftreten, minimiert werden, was bei sehr feinen Strukturen bedeutsam ist.

Wenn das Substrat, auf dem das zu prüfende Ist-Muster aufgetragen ist, selbst bereits mindestens ein anderes Muster trägt, wird die optische Erfassung vorteilhafterweise so ausgebildet bzw. durchgeführt, dass sie das zu prüfende Ist-Muster gegenüber den anderen

5

Muster und dem Substrat diskriminiert beispielsweise durch Filterung. Hierdurch kann bereits beim Erfassen des Ist-Musters der Datensatz verringert bzw. die Auflösung des erfassten Musters erhöht werden.

5

Die Erfindung wird durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche weitergebildet.

10 Von weiterem Vorteil kann auch, zweckmässig regelmäßig, unter Nutzung des Soll-Datensatzes geprüft werden, ob die Schablone während ihrer Nutzung in relevantem Maße zugesetzt hat oder sich anderweitig geändert hat, und gegebenenfalls eine Reinigungsprozedur, eine Nacharbeitprozedur oder auch eine Austauschprozedur
15 auszulösen ist. Es ist lediglich in gleicher Weise die Schablone optisch abzutasten und ist die gleiche Vergleichs-Datenverarbeitung durchzuführen.

20 Die vorliegende Erfindung wird unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

25 Figur 1 den prinzipiellen Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels zur Prüfung des auf einer Leiterplatte mit Lotpaste aufgetragenen Muster gemäss der vorliegenden Erfindung und

30 Figur 2 eine Unterteilung des auf der Leiterplatte aufgetragenen Musters in Untermuster gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

35 In dem in Figur 1 gezeigt Beispiel wird ein auf einem Substrat, wie einer Leiterplatte 1 aufgetragenes Ist-Muster 1a, z.B. ein vorgegebenes Lotpasten-Muster, gemäss der vorliegenden Erfindung geprüft. Zunächst werden Steuerdaten, mittels deren das Ist-Muster 1a auf der Leiterplatte 1 erzeugt wurde, einem Formatierer 2

zugeführt. Diese Steuerdaten werden je nach dem Aufbringungsverfahren des Ist-Musters 1a auf der Leiterplatte 1 direkt von einem Plotter 3, der das Ist-Muster 1a direkt aufbringt, oder von einer Datenbank 4, welche z.B. die Daten zur Fertigung einer entsprechenden Druckschablone oder dgl. enthält mittels der das Ist-Muster 1a aufgebracht wird (hier nicht dargestellt), gewonnen. Der Formatierer 2 erkennt die Art der zugeführten Steuerdaten und formatiert entsprechend den Vorgaben einer Steuereinheit 5 aus den empfangenen Steuerdaten einen Soll-Datensatz. Falls, wie ansich üblich, mehrere Leiterplatten 1 mit dem gleichen Ist-Muster 1a erstellt und geprüft werden sollen, wird der so erstellte Soll-Datensatz gespeichert, so dass die Schritte Einlesen der Steuerdaten und Formatieren eines Soll-Datensatz bei der Prüfung mehrerer Leiterplatten 1 nur einmal ausgeführt werden müssen.

Gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise zu Erstellung von Soll-Mustern, bei denen Prototypen für Lernzwecke oder eine zur Herstellung verwendete Schablone mittels der Kamera 6 abgetastet werden, sind hier die bei der durch Relativbewegungen fehlerbehafteten Erfassung der selbst fehlerbehafteten Prototypen oder die bei der durch Relativbewegung fehlerbehafteten Erfassung von möglicherweise selbst fehlerhaften Druckschablonen (wenn auch in geringerem Umfang als bei den Prototypen) zwangsläufig entstehenden Fehler vermieden, die die Daten zur Steuerung des Plotters 3, der das Muster aufbringen soll, bzw. die Daten die zur Herstellung einer Schablone, wie einer Druckschablone, dem Soll-Muster vollständig entsprechen und darüber hinaus auch zur Verfügung stehen, da sie vom Entwickler generiert worden sind.

Zumindest das Ist-Muster 1a das mit dem Ist-Muster 1a bemusterten Leiterplatte 1 wird von einer Kamera 6 abgetastet, welche das auf der Leiterplatte 1 mittels dem

Plotter 3 bzw. dem Schablonendruck aufgebrachte Ist-Muster 1a optisch erfasst, insbesondere in Form und Pixeln, und in Form von Digitaldaten einem Umsetzer 7 übermittelt. Der Umsetzer 7 setzt das von der Kamera 6 erfasste Ist-Muster 1a entsprechend den Vorgaben der Steuereinheit 5 in einen Ist-Datensatz um. Der Ist-Datensatz und der Soll-Datensatz sowie ein von der Steuereinheit 5 bereitgestellter Toleranz-Datensatz, die die zulässigen Toleranzen gegenüber den Soll-Datensatz beschreibt, wobei solche Toleranzen über das Soll-Muster verteilt durchaus unterschiedlich sein können, übermittelt werden sodann einem Vergleicher 8 zugeführt, der unter Berücksichtigung der im Toleranz-Datensatz angegebenen zulässigen Toleranzen den Ist-Datensatz mit dem Soll-Datensatz datenweise vergleicht bzw. korreliert. Das Ergebnis des Vergleichs kann auf einer Anzeige 9 angezeigt werden. Insbesondere bei einer unzulässigen Abweichung des Ist-Musters vom Soll-Muster können entsprechende Abschnitte des Ist-Musters auf der Anzeige 9 hervorgehoben dargestellt werden, um dem Benutzer eine entsprechende Reaktion zu ermöglichen.

Bei einem fortlaufenden automatisierten Prüfungsprozess kann es von Vorteil sein, sowohl solche fehlerhaften Leiterplatten 1 auszusortieren als auch das zugehörige Ergebnis des Vergleichs bzw. die Art und den Grad der Abweichung des Ist-Musters vom Soll-Muster zu speichern. Ferner ist es möglich, auf der Grundlage des Vergleichs eine Klassifizierung der Qualität der einzelnen Leiterplatten 1 insbesondere der als fehlerhaft klassifizierten Leiterplatten 1 in nacharbeitbare und nicht nacharbeitbare Leiterplatten 1 vorzunehmen. Eine solche Klassifizierung kann z.B. auch mittels unterschiedlich lange Toleranzen beschreibenden unterschiedliche Toleranz-Datensätzen erreicht werden.

Um die Genauigkeit der Prüfung zu erhöhen, wird gemäss der

vorliegenden Erfindung die Beschaffenheit des Ist-Musters 1a auf der Leiterplatte 1 bei der Prüfung berücksichtigt, in dem beispielsweise innerhalb des Gesamt Musters in Bereichen oder Abschnitten mit hoher Anschlussdichte, z.B. an den Stellen wo IC-Bausteine auf die Leiterplatte 1 aufgebracht werden sollen, eine niedrigere Toleranz bezüglich des Ist/Soll-Versatzes vorgegeben wird als in Bereichen mit niedriger Anschlussdichte, z.B. an den Stellen wo Widerstände und Kondensatoren auf die Leiterplatte 1 aufgebracht werden sollen. Die Auswahl der Bereiche und die Zuordnung der jeweiligen Toleranzen kann automatisch oder durch den Bediener erfolgen.

Anhand von Fig. 2 wird die automatische Auswahl der Bereiche und die automatische Toleranzzuordnung erläutert. Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt einer Leiterplatte 1 mit dem vorgegebenen Soll-Muster, wie es vom Formatierer 2 verarbeitet wird. Wie zu erkennen ist, weist das Muster hier Bereiche 1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄ mit unterschiedlichen Strukturierungen, z.B. Dichten von Lotpastenaufträgen, auf. Auf Grundlage des erfassten Soll-Datensatzes, der z.B. die Koordinaten, Größe und Form der einzelnen aufzubringenden Lotpastenaufträge beinhaltet, bestimmt bzw. diskriminiert die Steuereinheit 5 die Bereiche 1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄, indem die Steuereinheit 5 die Abstände zwischen den einzelnen Punkten mit Lotpastenauftrag detektiert und aneinandergrenzende Punkte mit annähernd gleichen Abständen zu einem Bereich 1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄ zusammenfasst. Auf Grundlage der Größe der Abstände der Punkte innerhalb des entsprechenden Bereichs 1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄ werden den Bereichen 1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄ jeweilige zulässige Toleranzen zugeordnet. Es wurden somit Unter-Datensätze entsprechend der verschiedenen Bereiche generiert und mit entsprechenden Unter-Datensätzen der Ist-Muster verglichen.

Die so für jedes zu prüfende Muster erstellten Soll-

Datensätze werden hinsichtlich der zu vergleichenden Abschnitte und der zugehörigen Toleranzen editiert und abgelegt. Bei der Prüfung vergleicht der Vergleicher 8 datenweise den Ist-Datensatz mit dem Soll-Datensatz unter Berücksichtigung der für die einzelnen Bereiche 1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄ als zulässig bestimmten Toleranzen.

Für eine schnelle und effektive Prüfung kann es von Vorteil sein, lediglich ausgewählte als kritisch anzusehende Abschnitte des Soll-Musters zu prüfen. Eine solche Auswahl kann automatisch auf Grundlage der oben beschriebenen Toleranzzuordnung/-bestimmung für einzelne Bereiche 1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄ erfolgen. Es können ferner nur die Abschnitte/Bereiche 1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄ einer näheren Prüfung in einem weiteren Verarbeitungsschritt unterzogen werden, deren ermittelte zulässige Toleranzen in einem ersten „groben“ Verarbeitungsschritt als unterhalb einem bestimmten Wert liegend beurteilt worden sind. Die Steuereinheit 5 diskriminiert den zu vergleichenden Abschnitt in dem von dem Umsetzer 7 erstellten Ist-Datensatz und veranlasst die Zuführung der ausgewählten Abschnitte aus Ist- und Soll-Datensatz von dem Umsetzer 7 bzw. dem Formatierer 2 sowie aus dem entsprechenden Toleranz-Datensatz zu dem Vergleicher 8.

Des weiteren kann es notwendig sein, wenn die Leiterplatte 1, auf der das zu prüfende Muster (z.B. aus Lotpaste) aufgetragen wird, selbst bereits ein anderes Muster (z.B. eine gedruckte Schaltung) trägt, das zu prüfende Ist-Muster 1a gegenüber diesem anderen Muster auf der Leiterplatte 1 zu diskriminieren. Gemäss der vorliegenden Erfindung wird hierzu einerseits die Information in einfacher Weise aus den Steuerdaten, mittels deren das zu prüfende Ist-Muster 1a auf der Leiterplatte 1 erzeugt wurde, gewonnen, wobei andererseits die Kamera 6 eine optische Diskriminierung des Ist-Musters des nicht nur gegenüber der Leiterplatte 1 sondern auch diesem anderen

Muster durchführt.

5 Zur Reduzierung des Datensatzes ist es ferner möglich, dass die Steuereinheit 5 die Kamera 6 bzw. deren Umsetzer 7 derart ansteuert, dass lediglich die ausgewählten Abschnitte des Ist-Musters 1a auf der Leiterplatte 1 erfasst werden.

10 Wird das Muster mittels eines eine Schablone verwendenden Bedruckungs- oder Strukturierungsverfahrens auf ein Substrat, wie die Leiterplatte 1 aufgebracht, kann es vorkommen, dass im Laufe der Nutzung der Schablone diese sich so ändert, insbesondere zusetzt, dass mittels ihr häufig nicht mehr tolerierbare Produkte erzeugt werden. Es
15 ist daher zweckmäßig, die Schablone selbst spätestens bei Häufung von nicht tolerierbaren Produkten, zweckmäßig aber früher und regelmäßig, auf solche im Laufe der Zeit der Nutzung entstandene Fehler zu überprüfen. Vorteilhaft erfolgt dies unter Nutzung der der Erfindung zugrunde
20 liegenden Idee. Da nämlich der Soll-Datensatz aus den zur Fertigung der Schablone verwendeten Steuerdaten formatiert wurde, genügt eine der optischen Abtastung der Leiterplatte 1 bzw. des Substrats entsprechende optische Abtastung der Schablone und der Vergleich des so
25 gewonnenen Ist-Datensatzes der Schablone mit dem Soll-Datensatz, um Änderungen der Schablone erfassen und auch bewerten zu können, um rechtzeitig einwirken zu können durch Reinigung, durch Nacharbeitung und/oder durch Austausch. Die Häufigkeit der Prüfung der Schablone hängt
30 von den tolerierbaren Abweichungen bei der Herstellung von Substraten bzw. von Leiterplatten 1 ab. Lassen die im Toleranz-Datensatz festgelegten Toleranzen nur geringfügige Abweichungen vom im Soll-Datensatz festgelegten Soll-Bedruckungsmuster zu, so ist die
35 Überprüfung der Schablone entsprechen häufiger durchzuführen, im schlimmsten Falle nach jeder einzelnen Nutzung der Schablone zur Bedruckung bzw. Strukturierung

eines Substrats wie einer Leiterplatte 1. Dies kann durch den Nutzer vorgegeben werden und auch geändert werden.

Die optische Erfassung des Ist-Muster 1a kann mittels
5 einer digitalen Matrixkamera, einer ein Pixel breiten CCD-Linear-Kamera bzw. Zeilenkamera, deren Länge einer linearen Abmessung des zu prüfenden Bereichs des Ist-Musters auf dem Substrat entspricht oder durch gestaffelt angeordnete Unter-Linear-Kameras pixelweise erfolgen.

10

Der Vorteil einer Zeilenkamera gegenüber einer Matrixkamera besteht darin, dass Aufnahmeparameter wie die Belichtungszeit und der Abstand der Scanzeilen zueinander bei jeder Aufnahme beliebig gewählt werden können. Zur
15 Bildung eines zweidimensionalen Bildes wird gemäss der vorliegenden Erfindung eine Relativbewegung zwischen der Digitalkamera und dem das Ist-Muster 1a tragenden Substrat - Leiterplatte 1 - mit einer Schrittweite von einem Pixel senkrecht zu der einen linearen Abmessung ausgeführt. Bei
20 der Bildaufnahme werden alle Bildpunkte der CCD-Zeile gleichzeitig belichtet und nach Ablauf der Belichtungszeit alle Bildpunkte parallel in ein Übertragungsregister zwischengespeichert. Dieser Vorgang läuft sehr schnell ab, so dass unmittelbar nach Ablauf eines Belichtungszyklus
25 der nächste beginnt. Aus dem Übertragungsregister wird die Information Bildpunkt für Bildpunkt nacheinander ausgelesen und dem Umsetzer 7 zu geführt. Grundlegend hängt die Auflösung der Zeile in Zeilenrichtung von der vorhandenen Bildpunktzahl der Kamera 6 ab. Die Auflösung
30 kann jedoch durch das Anordnen mehrerer Kameras nebeneinander erhöht werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass nur in einer Dimension eine mechanisch veranlasste Relativbewegung stattfindet, während bei einer Matrix Kamera eine Relativbewegung in zwei Dimensionen
35 erfolgt, wobei jede mechanisch veranlasste Relativbewegung grundsätzlich fehlerbehaftet ist, was bei sehr feinen

Strukturierungen die Prüfgenaugigkeit essenziell beeinflussen kann.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die beschriebene Anwendung zur Prüfung von Leiterplatten beschränkt, sondern kann vielmehr überall dort vorteilhaft angewendet werden, wo die Bemusterung/Strukturierung/Bemusterung von Teilen mit einem vorgegebenen Muster geprüft werden soll. In den beschriebenen Beispielen wurden dem Vergleicher 8 die Toleranzdatensätze zum Vergleich des Soll-Datensatzes mit dem Ist-Datensatz zu geführt. Es ist jedoch auch möglich, dass bereits bei der Formatierung des Soll-Datensatzes und/oder der Bildung des Ist-Datensatzes die zulässige Toleranz berücksichtigt wird.

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen von mit einem vorgegebenen Muster versehenen Substraten (1),

10 bei dem ein auf einem Substrat (1) mittels eines Bedruckungs- oder Strukturierungsverfahrens (3, 4) aufgebracht Ist-Muster (1a) optisch erfasst wird (6),

das optisch erfasste Ist-Muster (1a) mit einem Soll-Muster verglichen (8) wird und

15 abhängig von dem Vergleich (8) und unter Berücksichtigung zulässiger Toleranzen entschieden wird, welchem weiteren Prozess das betrachtete mit dem Ist-Muster (1a) versehene Substrat (1) zuzuführen ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

20 dass die optische Erfassung (8) des Ist-Musters (1a) in Form von Digitaldaten unter Bildung eines Ist-Datensatzes (7) erfolgt,

dass aus Steuerdaten zum Auftragen des Musters auf den Substraten ein Soll-Datensatz formatiert wird (2), und

25 dass eine Datenverarbeitung dahingehend durchgeführt wird, dass der Soll-Datensatz und der Ist-Datensatz unter Berücksichtigung zulässiger Toleranzen datenweise miteinander verglichen wird (8).

30 2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das Auftragen des Musters auf den Substraten (1) mittels eines eine entsprechend ausgebildete Schablone verwendenden Verfahrens erfolgt, und

35 dass der Soll-Datensatz aus den zur Fertigung der Schablone verwendeten Steuerdaten (4) formatiert wird (2).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass ausgewählte Abschnitte ($1a_1$, $1a_2$, $1a_3$, $1a_4$) des Soll-
5 Musters der Prüfung (8) unterzogen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass verschiedenen Abschnitten ($1a_1$, $1a_2$, $1a_3$, $1a_4$) des
10 Soll-Musters unterschiedliche Unter-Toleranz-Datensätzen
zugeordnet sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
15 dass eine Datenverarbeitung (5) dahingehend durchführbar
ist, dass eine Editierung der jeweiligen Datensätze
hinsichtlich der zu vergleichenden Abschnitte ($1a_1$, $1a_2$,
 $1a_3$, $1a_4$) und/oder der zugehörigen Toleranzen erfolgt.

20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die optische Erfassung (6) mittels einer Digital-
Kamera pixelweise erfolgt.

25 7. Verfahren nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass zur optischen Erfassung (6) eine Relativbewegung
zwischen der Digitalkamera und dem das Ist-Muster
tragenden Substrat erfolgt.

30

8. Verfahren nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Digital-Kamera eine ein Pixel breite Linear-
Kamera ist, deren Länge einer linearen Abmessung des zu
35 prüfenden Bereichs des Ist-Musters auf dem Substrat
entspricht, und die Relativbewegung mit einer Schrittweite

von einem Pixel senkrecht zu der einen linearen Abmessung erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Linear-Kamera durch gestaffelt angeordnete Unter-Linear-Kameras gebildet ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Substrat (1), auf dem das zu prüfende Ist-Muster (1a) aufgetragen ist, selbst bereits mindestens ein anderes Muster trägt und die optische Erfassung so ausgebildet ist bzw. durchgeführt wird, dass sie das zu
15 prüfende Ist-Muster gegenüber den anderen Muster und dem Substrat diskriminiert.

11. Anordnung zum Prüfen von mit einem vorgegebenen Muster versehenen Substraten (1) mit

20 einer optoelektronischen Einrichtung (6) zum Erfassen eines auf dem Substrat (1) mittels eines Bedruckungs- oder Strukturierungsverfahrens (3, 4) aufgebrachten Ist-Musters (1a),

 einem Vergleicher (8), der das optisch erfasste Ist-Muster (1a) mit einem Soll-Muster vergleicht und abhängig von dem Vergleich und unter Berücksichtigung zulässiger Toleranzen entscheidet, welchem weiteren Prozess das betrachtete mit dem Ist-Muster (1a) versehene Substrat (1) zuzuführen ist,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

 dass ein Umsetzer (7) das von der optoelektronischen Einrichtung (6) erfasste Muster in einen Ist-Datensatz in Form von Digitaldaten umsetzt,

 dass ein Formatierer (2) aus Steuerdaten zum
35 Auftragen des Musters auf den Substraten (3, 4) ein Soll-Datensatz formatiert,

16

dass der Vergleicher (8) eine Datenverarbeitung dahingehend durchgeführt, dass der Soll-Datensatz und der Ist-Datensatz unter Berücksichtigung zulässiger Toleranzen datenweise miteinander verglichen wird.

5

12. Anordnung nach Anspruch 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das Auftragen des Musters auf den Substraten (1) mittels einer entsprechend ausgebildeten Schablone verwendenden Verfahrens (4) erfolgt, und

10

dass der Formatierer (2) den Soll-Datensatz aus den zur Fertigung der Schablone verwendeten Steuerdaten formatiert.

15

13. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass ausgewählte Abschnitte (1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄) des Soll-Musters der Prüfung unterzogen werden.

20

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass verschiedenen Abschnitten (1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄) des Soll-Musters unterschiedliche Unter-Toleranz-Datensätzen zugeordnet sind.

25

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass eine Datenverarbeitung dahingehend durchführbar ist, dass eine Editierung der jeweiligen Datensätze hinsichtlich der zu vergleichenden Abschnitte (1a₁, 1a₂, 1a₃, 1a₄) und/oder der zugehörigen Toleranzen erfolgt.

30

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

35 dass die optische Erfassung mittels einer Digital-Kamera pixelweise erfolgt.

17

17. Anordnung nach Anspruch 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass zur optischen Erfassung eine Relativbewegung zwischen
der Digitalkamera (6) und dem das Ist-Muster tragenden
5 Substrat erfolgt.

18. Anordnung nach Anspruch 17,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Digital-Kamera (6) eine ein Pixel breite Linear-
10 Kamera ist, deren Länge einer linearen Abmessung des zu
prüfenden Bereichs des Ist-Musters (1a) auf dem Substrat
(1) entspricht und die Relativbewegung mit einer
Schrittweite von einem Pixel senkrecht zu der einen
linearen Abmessung erfolgt.

15

19. Anordnung nach Anspruch 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Linear-Kamera durch gestaffelt angeordnete Unter-
Linear-Kameras gebildet ist.

20

20. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Substrat (1), auf dem das zu prüfende Ist-Muster
(1a) aufgetragen ist, selbst bereits mindestens ein
25 anderes Muster trägt und die optische Erfassung so
ausgebildet ist bzw. durchgeführt wird, dass sie das zu
prüfende Ist-Muster (1a) gegenüber den anderen Muster und
dem Substrat diskriminiert.

30 21. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2
bis 10 bzw. Verwendung der Anordnung nach einem der
Ansprüche 12 bis 20 zur Prüfung der Schablone auf im Laufe
der Nutzung entstandene Fehler.

35

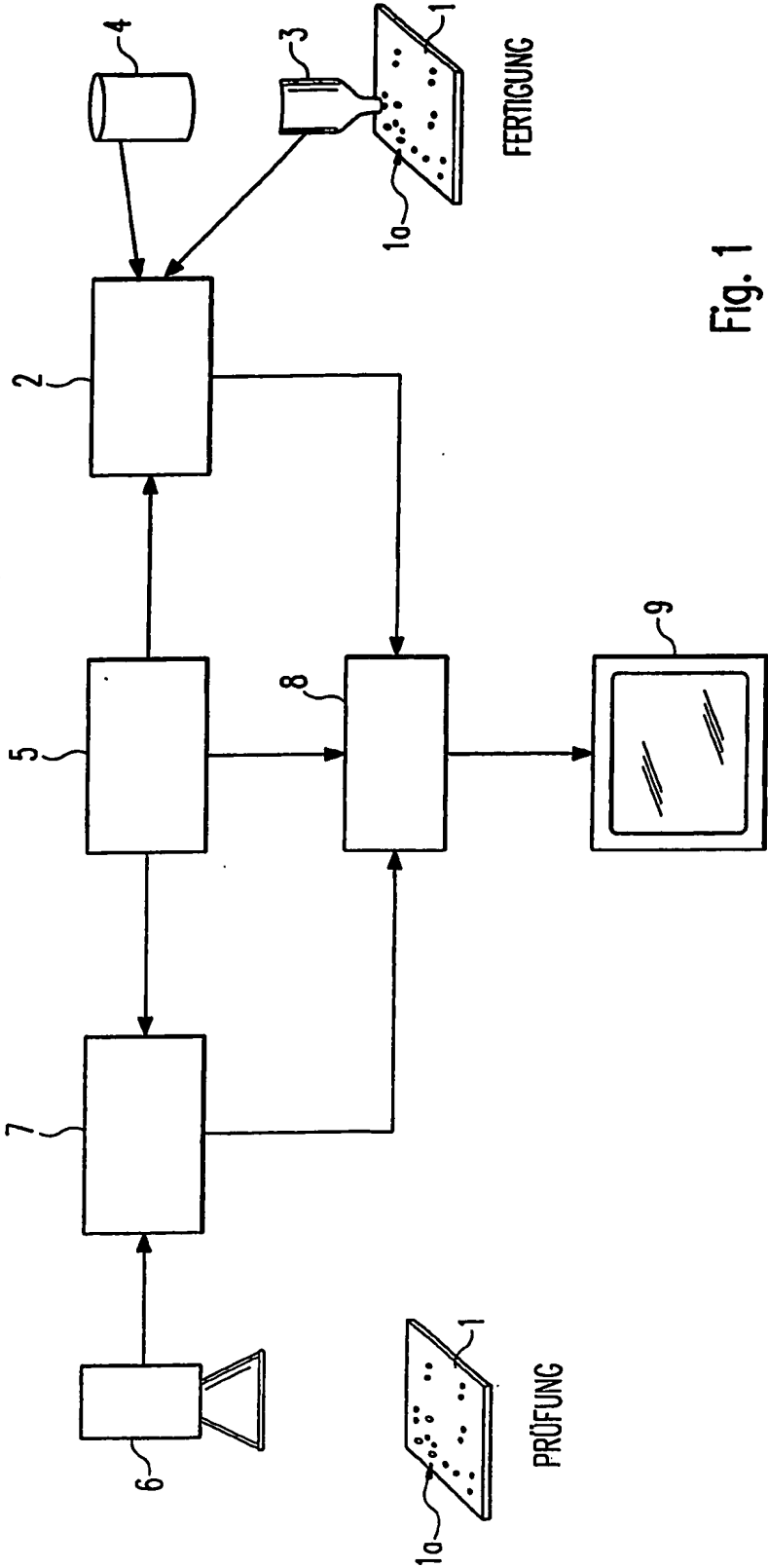


Fig. 1

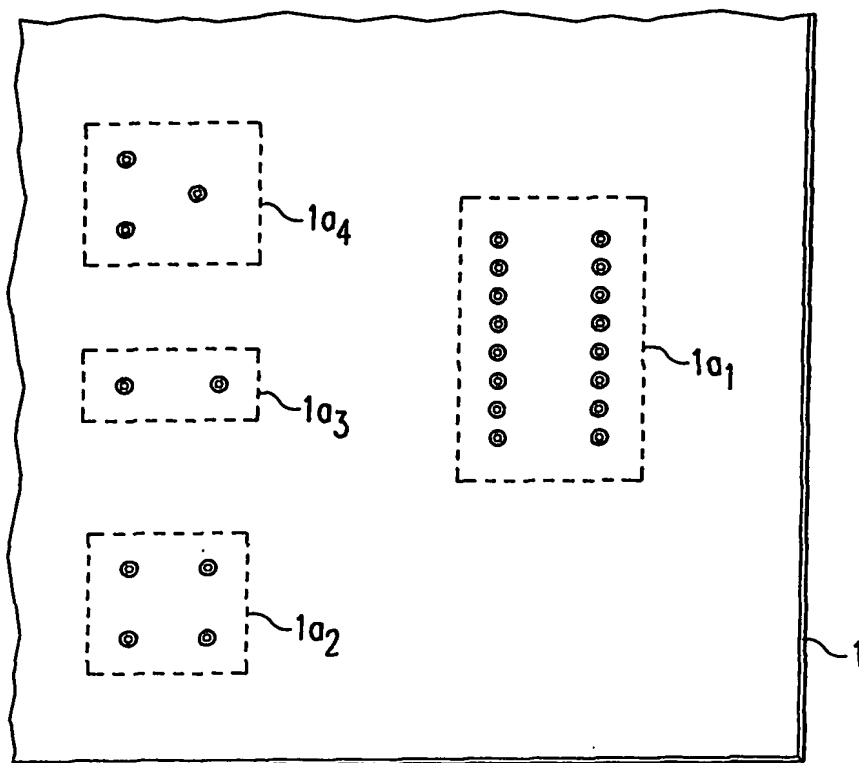


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007441

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N21/956 G01R31/309

*According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01N G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 563 829 A (SHARP KK) 6 October 1993 (1993-10-06)	1-3, 5-7, 11-13, 15-17
Y	column 6, line 7 - line 18 column 8, lines 32-49 column 8, line 44 - line 52	4, 8-10, 14, 18-21
X	WO 02/14846 A (KLA TENCOR CORP) 21 February 2002 (2002-02-21)	1, 2, 10, 11
Y	page 1, line 20 - line 30 page 11, line 31 - page 12, line 1 page 21, line 29 - page 22, line 2	8, 9, 18, 19, 21
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2004

Date of mailing of the international search report

26/10/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Verdoodt, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007441

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 608 453 A (STRAAYER RONALD J ET AL) 4 March 1997 (1997-03-04)	1,2,10, 11
Y	column 6, line 20 - line 30 column 16, line 13 - line 41	10,20
Y	WO 01/40770 A (ASPIR DORON ; KRAUS MENAHEM (IL); NADIVI JACOB (IL); ORBOTECH LTD (IL)) 7 June 2001 (2001-06-07)	4,14
A	page 18, line 26 - page 19, line 11	5,15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 03, 28 April 1995 (1995-04-28) & JP 6 348820 A (HITACHI LTD), 22 December 1994 (1994-12-22) abstract	1,2,11, 12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 01, 31 January 1996 (1996-01-31) & JP 7 243984 A (DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD), 19 September 1995 (1995-09-19) abstract	1,11
A	DE 197 28 144 A (EKRA EDUARD KRAFT GMBH) 7 January 1999 (1999-01-07) cited in the application column 1, line 23 - line 29	1,11
A	US 4 799 175 A (KAWATANI MASAFUMI ET AL) 17 January 1989 (1989-01-17) column 1, line 52 - column 2, line 6	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/007441

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0563829	A	06-10-1993	JP 2711042 B2 JP 5280945 A DE 69331505 D1 DE 69331505 T2 EP 0563829 A2 US 5450204 A	10-02-1998 29-10-1993 14-03-2002 12-09-2002 06-10-1993 12-09-1995
WO 0214846	A	21-02-2002	US 6636301 B1 JP 2004515750 T WO 0214846 A2	21-10-2003 27-05-2004 21-02-2002
US 5608453	A	04-03-1997	US 5517234 A DE 4438278 A1 FR 2711820 A1 GB 2283317 A , B JP 2733202 B2 JP 7182521 A	14-05-1996 27-04-1995 05-05-1995 03-05-1995 30-03-1998 21-07-1995
WO 0140770	A	07-06-2001	AU 1730101 A GB 2372561 A WO 0140770 A2 TW 527570 B US 2002180468 A1	12-06-2001 28-08-2002 07-06-2001 11-04-2003 05-12-2002
JP 6348820	A	22-12-1994	NONE	
JP 7243984	A	19-09-1995	JP 2997161 B2	11-01-2000
DE 19728144	A	07-01-1999	DE 19728144 A1 AU 7759498 A CN 1262025 T DE 59802650 D1 WO 9902021 A1 EP 1000529 A1 JP 2002508067 T US 2003113008 A1	07-01-1999 25-01-1999 02-08-2000 21-02-2002 14-01-1999 17-05-2000 12-03-2002 19-06-2003
US 4799175	A	17-01-1989	JP 60263807 A DE 3519986 A1 DE 3546587 C2	27-12-1985 12-12-1985 14-01-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007441

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 601N21/956 601R31/309

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 601N 601R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	EP 0 563 829 A (SHARP KK) 6. Oktober 1993 (1993-10-06)	1-3, 5-7, 11-13, 15-17
Y	Spalte 6, Zeile 7 - Zeile 18 Spalte 8, Zeilen 32-49 Spalte 8, Zeile 44 - Zeile 52 -----	4, 8-10, 14, 18-21
X	WO 02/14846 A (KLA TENCOR CORP) 21. Februar 2002 (2002-02-21)	1, 2, 10, 11
Y	Seite 1, Zeile 20 - Zeile 30 Seite 11, Zeile 31 - Seite 12, Zeile 1 Seite 21, Zeile 29 - Seite 22, Zeile 2 ----- -/-	8, 9, 18, 19, 21

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

* " Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. September 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/10/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Verdoodt, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/007441

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 608 453 A (STRAAYER RONALD J ET AL) 4. März 1997 (1997-03-04)	1,2,10, 11
Y	Spalte 6, Zeile 20 - Zeile 30 Spalte 16, Zeile 13 - Zeile 41	10,20
Y	WO 01/40770 A (ASPIR DORON ; KRAUS MENAHEM (IL); NADIVI JACOB (IL); ORBOTECH LTD (IL)) 7. Juni 2001 (2001-06-07)	4,14
A	Seite 18, Zeile 26 - Seite 19, Zeile 11	5,15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 03, 28. April 1995 (1995-04-28) & JP 6 348820 A (HITACHI LTD), 22. Dezember 1994 (1994-12-22) Zusammenfassung	1,2,11, 12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 01, 31. Januar 1996 (1996-01-31) & JP 7 243984 A (DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD), 19. September 1995 (1995-09-19) Zusammenfassung	1,11
A	DE 197 28 144 A (EKRA EDUARD KRAFT GMBH) 7. Januar 1999 (1999-01-07) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 23 - Zeile 29	1,11
A	US 4 799 175 A (KAWATANI MASAFUMI ET AL) 17. Januar 1989 (1989-01-17) Spalte 1, Zeile 52 - Spalte 2, Zeile 6	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/007441

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0563829 A	06-10-1993	JP 2711042 B2	10-02-1998
		JP 5280945 A	29-10-1993
		DE 69331505 D1	14-03-2002
		DE 69331505 T2	12-09-2002
		EP 0563829 A2	06-10-1993
		US 5450204 A	12-09-1995
WO 0214846 A	21-02-2002	US 6636301 B1	21-10-2003
		JP 2004515750 T	27-05-2004
		WO 0214846 A2	21-02-2002
US 5608453 A	04-03-1997	US 5517234 A	14-05-1996
		DE 4438278 A1	27-04-1995
		FR 2711820 A1	05-05-1995
		GB 2283317 A , B	03-05-1995
		JP 2733202 B2	30-03-1998
		JP 7182521 A	21-07-1995
WO 0140770 A	07-06-2001	AU 1730101 A	12-06-2001
		GB 2372561 A	28-08-2002
		WO 0140770 A2	07-06-2001
		TW 527570 B	11-04-2003
		US 2002180468 A1	05-12-2002
JP 6348820 A	22-12-1994	KEINE	
JP 7243984 A	19-09-1995	JP 2997161 B2	11-01-2000
DE 19728144 A	07-01-1999	DE 19728144 A1	07-01-1999
		AU 7759498 A	25-01-1999
		CN 1262025 T	02-08-2000
		DE 59802650 D1	21-02-2002
		WO 9902021 A1	14-01-1999
		EP 1000529 A1	17-05-2000
		JP 2002508067 T	12-03-2002
		US 2003113008 A1	19-06-2003
US 4799175 A	17-01-1989	JP 60263807 A	27-12-1985
		DE 3519986 A1	12-12-1985
		DE 3546587 C2	14-01-1993